



US006368739B1

(12) **United States Patent**  
**Frost et al.**

(10) Patent No.: **US 6,368,739 B1**

(45) Date of Patent: **Apr. 9, 2002**

(54) **JOINED SOLID OXIDE FUEL CELL STACKS  
AND METHOD FOR FABRICATING SAME**

(75) Inventors: **Lyman J. Frost**, North Canton, OH  
(US); **Singaravelu Elangovan**, Sandy,  
UT (US); **Joseph Jay Hartvigsen**,  
Kaysville, UT (US); **Mark Timper**,  
Salt Lake City, UT (US); **Dennis L.  
Larsen**, West Valley City, UT (US)

(73) Assignee: **Sofco**, Salt Lake City, UT (US)

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this  
patent is extended or adjusted under 35  
U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **09/391,947**

(22) Filed: **Sep. 8, 1999**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> ..... **H01M 8/10**

(52) U.S. Cl. .... **429/30**

(58) Field of Search ..... 429/21, 30, 33,  
429/34, 35

(56) **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

3,520,731 A \* 7/1970 Rightmire et al. .... 429/32

5,145,754 A \* 9/1992 Misawa et al. .... 429/32  
5,238,754 A \* 8/1993 Yasuo et al. .... 429/30  
5,270,131 A \* 12/1993 Diethelm et al. .... 429/34  
5,688,610 A \* 11/1997 Spaeh et al. .... 429/30  
5,856,035 A \* 1/1999 Khandkar et al. .... 429/32  
6,110,612 A \* 8/2000 Walsh ..... 429/13  
6,110,614 A \* 8/2000 Fellows ..... 429/19

\* cited by examiner

*Primary Examiner*—Gabrielle Brouillette

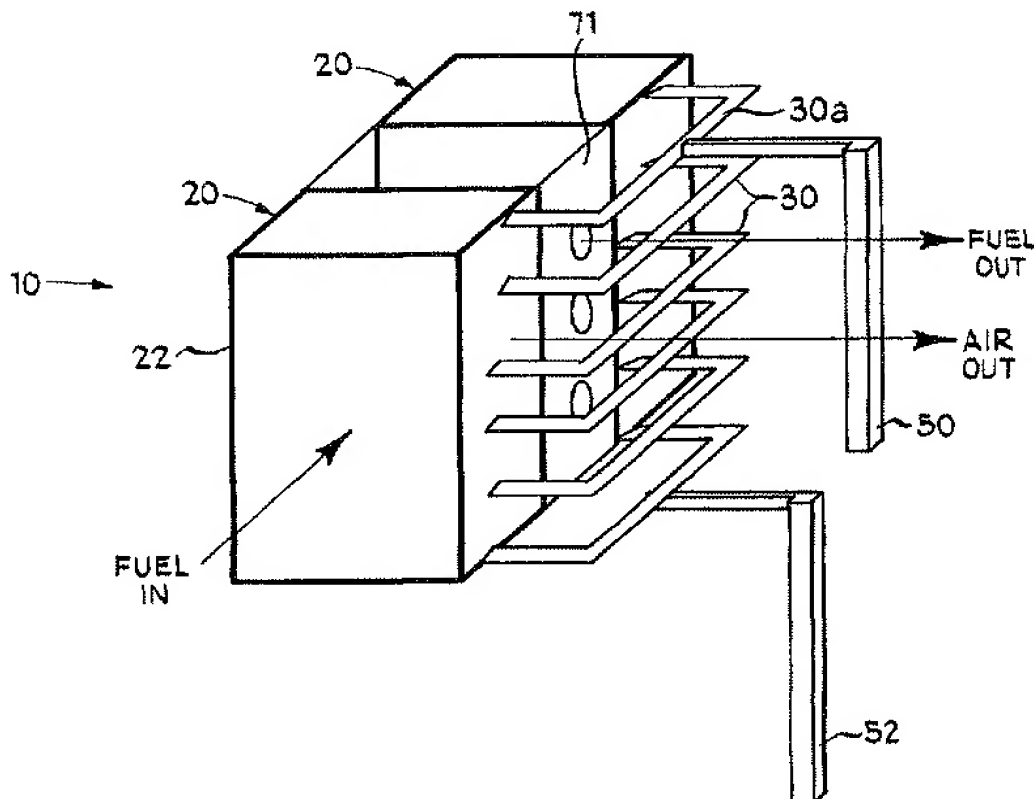
*Assistant Examiner*—M. Wills

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Factor & Partners

(57) **ABSTRACT**

The invention comprises a solid oxide fuel cell system comprising at least two solid oxide fuel cell stacks and at least one extension member. Each solid oxide fuel cell stack includes a plurality of solid oxide fuel cells. Each cell is separated by an interconnect. The extension member joins at least one interconnect of one of the solid oxide fuel cell stacks with a corresponding interconnect of another of the solid oxide fuel cell stacks. The invention further includes a method of fabrication.

**18 Claims, 3 Drawing Sheets**



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-85041

(P2001-85041A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 M	8/24	H 0 1 M	8/24
	8/02		8/02
	8/12		8/12

審査請求 有 請求項の数17 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-246776(P2000-246776)

(22)出願日 平成12年8月16日(2000.8.16)

(31)優先権主張番号 0 9 / 3 9 1 9 4 7

(32)優先日 平成11年9月8日(1999.9.8)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 500089228

ソフコ

アメリカ合衆国44601-2196オハイオ州ア  
ライアンス、ピーソン・ストリート1562

(72)発明者 ライマン・ジェイ・フロスト

アメリカ合衆国オハイオ州ノース・カント  
ン、バックネル・サークル7711

(72)発明者 シンガラベル・イーランゴバパン

アメリカ合衆国ユタ州サンディー、サウ  
ス・ドライ・クリーク・ロード11562

(74)代理人 100067817

弁理士 倉内 基弘 (外1名)

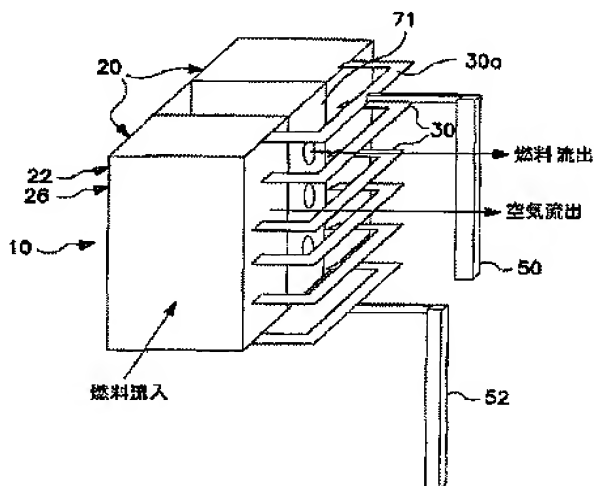
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 接合固形酸化物燃料電池スタックおよび該スタックを製造する方法。

(57)【要約】

【課題】 発明の目的は、機能不全のセルの周りに代替  
および/または余計な電路を提供することによって、燃  
料電池スタックの信頼性を改善しようとすることにあ  
る。

【解決手段】 本発明は、少なくとも二つの固形酸化物  
燃料セルスタックと少なくとも一つの延長部材とより成  
る固形酸化物燃料電池システムを提供する。各固形酸化  
物燃料セルスタックは、複数の固形酸化物燃料セルを含  
む。各セルは相互接続体により分離されている。延長部材  
は、複数の固形酸化物燃料セルスタックの一つのスタ  
ックの少なくとも一つ相互接続体を他の固形酸化物燃料セ  
ルスタックの対応する相互接続体と接合する。本発明は、  
その製造方法も提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の固形酸化物燃料セルを各々含み、各隣接する固形酸化物燃料セルが相互接続体により分離される、少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックと、

前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの 1 つのスタックの少なくとも 1 つ相互接続体を前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの他のスタックの対応する少なくとも 1 つ相互接続体と接合する少なくとも 1 つ延長部材とを備えることを特徴とする固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 2】 前記少なくとも 1 つの延長部材が複数の延長部材より成り、該複数の延長部材の各々が、前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの 1 つのスタックの相互接続体を前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルの他のものの対応する相互接続体と接合する請求項 1 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 3】 前記少なくとも 1 つの延長部材が複数の延長部材より成り、各スタックが少なくとも 5 つの相互接続体を備え、前記複数の延長部材の 1 つが、前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの 1 つのスタックの各 5 番目の相互接続体を前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの他のスタックの対応する相互接続体と接合する請求項 1 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 4】 前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックが 3 つの燃料セルスタックより成る請求項 1 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 5】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、前記 3 つの燃料スタックの 1 つのスタックの少なくとも 1 つの相互接続体を、残りの燃料セルスタックの各々の対応する相互接続体に接合する請求項 4 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 6】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、ハブと、該ハブから各固形酸化物燃料セルスタックの各対応する相互接続体に延びる少なくとも 1 つのスポークとを具備する請求項 5 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 7】 前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックが 4 つの燃料セルスタックより成る請求項 1 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 8】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、前記 4 つの燃料セルスタックの 1 つのスタックの少なくとも 1 つの相互接続体を残りの燃料セルスタックの少なくとも 1 つのスタックの対応する相互接続体に接合する請求項 7 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 9】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、前記 4 つの燃料セルスタックの 1 つのスタックの少なくとも 1 つの相互接続体を残りの燃料セルスタックの各々の対応する相互接続体に接合する請求項 7 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 10】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、ハブと、該ハブから前記 4 つの燃料セルスタックの各々の各対応する相互接続体に延びる少なくとも 1 つのスポークとを具備する請求項 9 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 11】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、前記 4 つの燃料セルスタックの各々の各対応する相互接続体を前記 4 つの燃料セルスタックの各々の各対応する相互接続体に別個に接合する請求項 7 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 12】 前記少なくとも 1 つの延長部材が、前記少なくとも 2 つの燃料セルスタックの各々の燃料セルの外周のほぼ全体へのアクセスを容易にするように構成されている請求項 1 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 13】 前記少なくとも 1 つの延長部材に関連する少なくとも 1 つの電流コレクタを備える請求項 1 記載の固形酸化物燃料電池システム。

【請求項 14】 固形酸化物燃料電池システムを製造する方法であって、各々相互接続体により分離された複数の固形酸化物燃料セルを含む少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックを提供し、

前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの 1 つのスタックの少なくとも 1 つの相互接続体を、延長部材により、残りの少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの少なくとも 1 つのスタックの対応する相互接続体に関連づける諸ステップを含むことを特徴とする固形酸化物燃料電池システムの製造方法。

【請求項 15】 取付けステップとして、前記少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの 1 つのスタックの少なくとも 1 つの相互接続体を、延長部材により、残りの少なくとも 2 つの固形酸化物燃料セルスタックの各々の対応する相互接続体に関連づけるステップを含む請求項 14 記載の固形酸化物燃料電池システムの製造方法。

【請求項 16】 前記取付けステップが、予定された複数の延長部材の各々ごとに前記取付けステップを繰り返す請求項 14 記載の固形酸化物燃料電池システムの製造方法。

【請求項 17】 電流コレクタを前記延長部材に関連づける固形酸化物燃料電池システムの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、接合固形酸化物燃料電池（セル）スタックに関し、さらに特定すると、固形酸化物燃料電池システムおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般的に、固形酸化物燃料電池は、出力パワーの減衰が 1000 時間当たり 0.5% 以下の性能の

減衰で少なくとも5年のサービス寿命を有するように設計される。燃料セルスタックの性能の減衰は数種の原因を有する。これらの原因としては、電極の微小構造の変化、電解質からの電極の剥離、およびセラミック部品のひび割れ（セラミック部品が使用された場合）等がある。

【0003】固形酸化物燃料電池は、一般に、個々の固形酸化物燃料電池（セル）（電解質と電極を含む）が接続体により分離されて成るスタックとして構成される。相互接続体は、反応ガス導管（コンジット）を提供し、個々のセルの電氣的直列接続を提供する。スタック内の1つのセルの機能不全は、全スタックの性能に劇的に影響を及ぼし、性能は時間とともに悪化せしめられる。特に、機能不全のセルは、反応ガスの直接の混合に起因して、あるいは電池電極内の物理的または電気化学的变化により引き起こされる高抵抗に起因して、普通よりも高い温度を示す。機能不全セル内の温度の上昇は、同様に隣接するセルに有害な影響を及ぼし、セルの劣化を増す。

【0004】温度は1つのセル（すなわち機能不全セル）内で他よりも高くなるから、スタックを横切って温度変化ないし勾配が現われる。セルの温度は抵抗に直接関係するから、すべてのセルが同一である間、より冷たい領域内のセルはより高い抵抗を示すことになる。この結果、冷たいセルは熱い領域内のセルよりも低い動作電位にあり、全出力に影響を及ぼす。かくして、単一のセルの故障でさえ、セルスタックに悪影響を及ぼす。

【0005】ある解決法として、機能不全セルの影響を最小化することが提案された。例えば、米国特許第5,328,754号に記述されるように、複数のセルを単一の大型の相互接続体上に配置して、セル/相互接続体ユニットを作る。続いて、セル/相互接続体ユニットを垂直に積層化してスタックを形成する。この種の、構造の目的は、単一の相互接続体上における複数の小面積のセルの加算により大活性領域を提供することである。さらに、どの単一のユニットのセルも本質的に平行に接続されているから、単一のユニットのセルは余計な電路を備える。この種の解決法は、若干の成功を収めたが、数種の欠陥がある。第1に、要求される平坦要件に合致し得る大領域の相互接続体を作ることが難しい。加えて、各ユニットの各セルの内部縁部を封止の有効性について検査できない。さらに、この配置は、反応体の交錯を許容してフレーム内の下流のセルに悪影響を及ぼすような封止またはセルの機能不全を保護できない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】それゆえ、本発明の目的は、機能不全のセルの周りに代替および/または余計な電路を提供することによって、燃料電池スタックの信頼性を改善しようとするにある。

【0007】本発明の他の目的は、スタック内のセル間

で電圧分布を平均化することである。

【0008】本発明のさらに他の目的は、スタック内において温度分布を均等化することである。

【0009】本発明のさらに他の目的は、熱応力およびスタックを横切る熱膨張の差に起因する封止の問題を最小化することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】これらおよびその他の目的は、以下の説明から明らかとなろう。本発明は、固形酸化物燃料電池システムを提供する。システムは、少なくとも2つの固形酸化物燃料電池（セル）スタックと、少なくとも1つの延長部材とを備える。各固形酸化物燃料電池セルスタックは、複数の固形酸化物燃料セルを含む。各セルは相互接続体により分離される。延長部材は、固形酸化物燃料セルスタックの1つのスタックの少なくとも1つの相互接続体を他の固形燃料セルスタックの対応する相互接続体と接合する。

【0011】好ましい具体例において、前記少なくとも1つの延長部材は、複数の延長部材より成る。各延長部材は、1つの固形酸化物燃料セルスタックの相互接続体を他の固形酸化物燃料セルスタックの対応する相互接続体と接合する。1つのこの種の好ましい具体例は各スタックが少なくとも5つの相互接続体を含むものであるが、この具体例において、延長部材が、1つの固形酸化物燃料セルスタックの各5番目の相互接続体を他の固形酸化物燃料セルスタックの対応する相互接続体と接合する。

【0012】他の好ましい具体例において、システムは3つの固形酸化物燃料セルスタックを備える。この種の具体例においては、延長部材は、1つの固形酸化物燃料セルの1つの相互接続体を他の固形酸化物燃料セルの各々の相互接続体に接続する。1つの具体例において、延長部材は、ハブと、該ハブから各固形酸化物燃料セルスタックの各対応する相互接続体に延びる少なくとも1つのスポークとを具備する。

【0013】他の好ましい具体例においては、システムは、4つの固形酸化物燃料セルスタックを備える。1つのこの種の具体例においては、延長部材が、燃料セルスタックの1つのスタックの1つの相互接続体を残りの燃料セルスタックの各々の対応する相互接続体に接合する。1つのこの種の具体例においては、延長部材は、ハブと、該ハブから各固形酸化物燃料セルの各対応する相互接続体に延びるスポークとを具備する。他のこの種の具体例においては、延長部材は、各燃料セルスタックの各対応する相互接続体を個々に接続してよい。

【0014】他の好ましい具体例において、延長部材は、各燃料セルスタックの燃料セルの実質的に全外周へのアクセスを容易にするように構成される。

【0015】さらに他の具体例においては、システムは、少なくとも1つの延長部材と関連する少なくとも1

つ電流コレクタを備える。

【0016】本発明はさらに、固形酸化物燃料電池システムを製造する方法を含む。この方法は、少なくとも2つの固形酸化物燃料セルスタックを提供し、1つの固形酸化物燃料セルスタックの少なくとも1つの相互接続体を延長部材により他の固形酸化物燃料セルスタックの対応する相互接続体に関連づけるステップを含む。

【0017】1つの好ましい具体例において、取付けステップとして、1つの固形酸化物燃料セルスタックの少なくとも1つの相互接続体を延長部材により残りの固形酸化物燃料セルスタックの対応する相互接続体に関連づけるステップを含む。

【0018】他の具体例においては、取付けステップは、予定された複数の延長部材の各々に対して取付けステップを反復するステップを含む。

【0019】他の好ましい具体例においては、電流コレクタを延長部材に関連づけるステップが含まれる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明は、多くの種々の形式の具体例が可能であるが、図には数種の特定の具体例が詳細に記述されている。この開示は、本発明の原理の例示であり、本発明をこの具体例に限定することを意図するものではない。

【0021】固形酸化物燃料電池（セル）システム10は、図1～図6においては、スタック20のような複数の固形酸化物燃料セルスタック、延長部材30のような少なくとも1つの延長部材および電流コレクタ50、52（図1、2、3および6）を備えるものとして示されている。固形酸化物燃料セルスタックは一般に、複数の燃料セル22と複数の相互接続体26を供える。各燃料セルは、アノードと、カソードと、電解質とを含む。相互接続体は各々、さらに、空気の貫通を促進するための手段と、燃料の貫通を促進する手段と、セルの縁部を封止するための手段とを備える。隣接するセルは、セル間に延在する相互接続体26とともに多層化され、スタック20を作る。燃料セルの各部品および相互接続体を利用される特定の物質は、技術上周知の任意の数の構造体から構成し得る。加えて、スタックを製造し焼成するために利用される方法は、技術上周知の種々の方法から構成し得る。

【0022】延長部材30は一般に、複数の固形酸化物燃料セルスタックの対応する相互接続体を相互に関連づけて、相互接続体を並列に電気的に接続する手段を構成する。相互接続体を並列に関連づけると、スタックシステムを通じて過剰の電路が提供される。特に、図1に図示されるように、延長部材30aは、第1の固形酸化物燃料セルスタックの相互接続体を第2の固形酸化物燃料セルスタックの対応する相互接続体に接続する。一般的に、延長部材は相互接続体と同じ物質から構成され、相互接続体と一体的に形成してそれと共焼成してよい。も

ちろん、他の具体例においては、延長部材は、種々の固形酸化物燃料セルスタックのそれぞれの所望の相互接続体の各々を電気的に関連づけることができる種々の他の物質より構成してよい。

【0023】延長部材の特定の量は変えることができる。第1の固形酸化物燃料セルスタックの各相互接続体を第2の固形酸化物燃料セルスタックの各相互接続体と接合するのに1つの相互接続体を利用できる。他の具体例（図3に示されるもののような）においては、第1の固形酸化物燃料セルスタックの特定の相互接続体のみを第2の固形酸化物燃料セルの対応する相互接続体に接続するのに複数の部材を試用してよい。このような具体例においては、例えば、第1の固形酸化物燃料セルの各第5番目の相互接続体を、第2の固形酸化物燃料セルの対応する相互接続体に接続してよい。

【0024】図2を参照すると、延長部材は、固形酸化物燃料システム10内のセルスタックのあるもののみを接合してよいことが認められよう。例えば、図2の延長部材30aは、第1の固形酸化物燃料セルスタック20aの相互接続体を第2の固形酸化物燃料セルスタック20bの対応する相互接続体と接合する。延長部材は、第3および第4燃料セルスタック20c、20dのいずれともそれぞれ関連づけられていない。

【0025】図4、図5および図6を参照すると、延長部材は、同様に、第1の燃料セルスタックの相互接続体を他の燃料セルスタックの各々の対応する相互接続体と接合してよいことが認められる。特に、図4および図6を参照すると、延長部材は、ハブ60と、該ハブから固形酸化物燃料セルシステム10の各固形酸化物燃料セルスタックに延びるスポーク61とを備える。図5の具体例においては、延長部材30dは、各固形酸化物燃料セルスタックの各対応する相互接続体を相互に個々に関連づける働きをするリンク63、64および65を具備している。

【0026】各具体例において、延長部材は、各固形酸化物燃料セルの全体およびかかるセルの周りに延びる封止手段へのアクセスを容易にしながら、相互接続体間に並列電気接続を提供するに十分であるように寸法設定される。結果として、セルのほぼ全周囲は、封止の有効性について検査出来る。加えて、延長部材は、セルの周りの実質的に全領域に位置づけてよい。例えば、延長部材は、空気入口面70（図6）および空気出口面71（図1）に近接して位置づけてよい。

【0027】システムの動作は図1（2つの固形酸化物燃料セルを有する）に関して説明するが、残りの具体例の動作は実質的に同様であることを理解されたい。詳述すると、セルが賦活されるとき、電流が各スタックにより発生され、そしてこの電流が延長部材30を介してセル間を通過せしめられる。スタックが各々実質的に同一のセルを含む場合、スタックの動作は実質的に均一とな

ろう。スタックのどれか1つのスタックのセルの1つが劣化または機能不全となった場合、それに対応して電流出力は減退し、電流は近接の延長部材を介して接合スタックの他の1つに自動的に切り替わり、延長部材および接合スタックを経て影響されるセルの周りを迂回する。

【0028】以上の説明および図面は、本発明を単に例示説明するためのものであり、本発明はそれに限定されるものでない。斯界に精通したものであれば、ここに示されるものから、本発明の範囲から逸脱することなく種々の変化、変更をなし得ることが理解出来よう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の2スタックの具体例の斜視図である。

【図2】本発明の4スタックの具体例の斜視図である。

【図3】本発明の2円形スタックの具体例の斜視図である。

【図4】本発明の3円形スタックの具体例の斜視図であ\*

\*る。

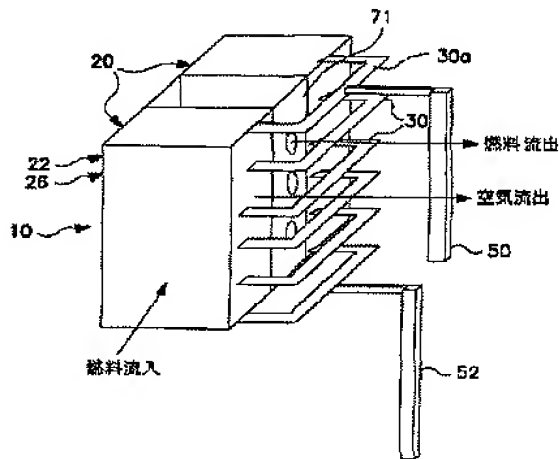
【図5】本発明の代替の3円形スタックの具体例の斜視図である。

【図6】本発明の代替の4スタックの具体例の斜視図である。

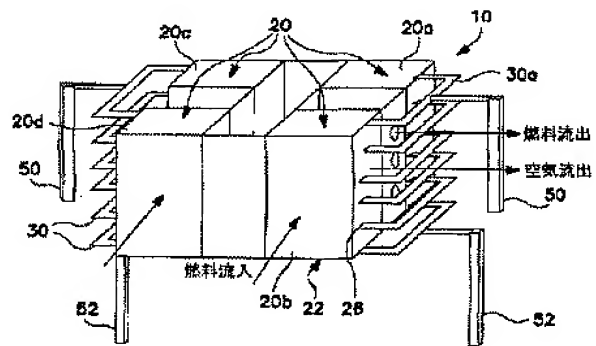
#### 【符号の説明】

- 10 固形酸化物燃料システム
- 20 固形酸化物燃料セルスタック
- 22 燃料セル
- 26 相互接続体
- 30 延長部材
- 60 ハブ
- 63, 64, 65 リンク
- 70 空気入口面
- 71 空気出口面

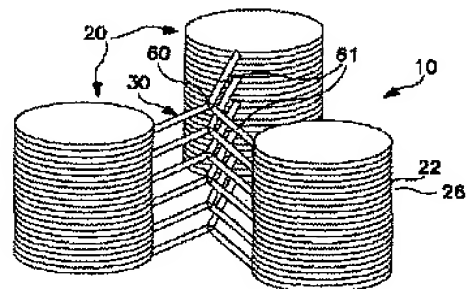
【図1】



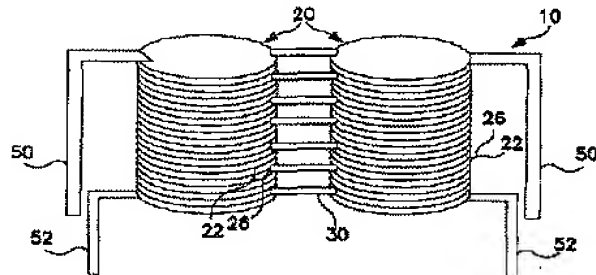
【図2】



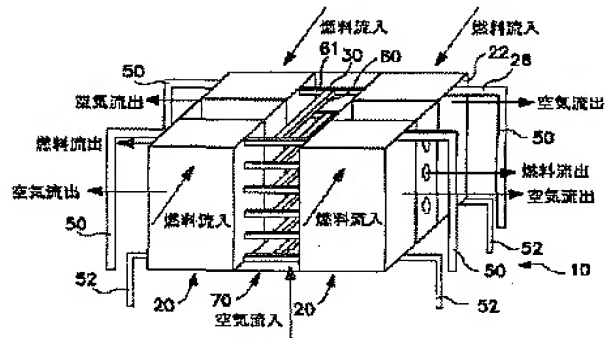
【図4】



【図3】



【图 6】



(72) 発明者 マーク・ティンパー  
アメリカ合衆国ユタ州ソルトレークシテ  
ィ、イースト・2700・サウス2029

(72) 発明者 デニス・エル・ラーセン  
アメリカ合衆国ユタ州ウエスト・バリー、  
シティー、ウエスト4000サウス4131